

PAT-NO: JP02001192293A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001192293 A

TITLE: SOURCE FOR MOLECULAR BEAM AND MOLECULAR BEAM EPITAXY
DEVICE

PUBN-DATE: July 17, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NAKABAYASHI, KEIYA	N/A
TANI, KENTARO	N/A
KAWASAKI, TAKASHI	N/A
MAKINO, OSAYUKI	N/A
SUGA, YASUO	N/A
TANI, YOSHIHEI	N/A

INT-CL (IPC): C30B023/08, H01L021/203

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To sufficiently secure a filling amount of a molecular beam material even when a crucible is allowed to incline and to obtain stable strength of the molecular beam even when the amount of the molecular beam material is reduced.

SOLUTION: In a molecular beam source cell 101, a crucible 102 having an inlet opening part 111 and a heater 103 which is attached to the crucible 102 and heats a molecular beam material filled in the crucible 102 to generate the molecular beam by evaporation and sublimation from the inlet opening part 111 are provided. The crucible 102 mentioned above is bent between a part 108 to be filled with the molecular beam material and the inlet opening part 111 so that the molecular beam material filled in the part 108 can be seen from the inlet opening part 111, and each sectional area in the horizontal direction of the part 108 to be filled with the molecular beam material is made nearly uniform.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-192293

(P2001-192293A)

(43)公開日 平成13年7月17日 (2001.7.17)

(51)Int.Cl.*

C 30 B 23/08
H 01 L 21/203

識別記号

F I

C 30 B 23/08
H 01 L 21/203

テマコード(参考)

M 4 G 0 7 7
M 5 F 1 0 3

審査請求 未請求 請求項の数14 OL (全 12 頁)

(21)出願番号	特願2000-101104(P2000-101104)
(22)出願日	平成12年4月3日 (2000.4.3)
(31)優先権主張番号	特願平11-299915
(32)優先日	平成11年10月21日 (1999.10.21)
(33)優先権主張国	日本 (JP)
(31)優先権主張番号	特願平11-302456
(32)優先日	平成11年10月25日 (1999.10.25)
(33)優先権主張国	日本 (JP)

(71)出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(72)発明者	中林 敏哉 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ヤープ株式会社内
(72)発明者	谷 健太郎 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ヤープ株式会社内
(74)代理人	100065248 弁理士 野河 信太郎

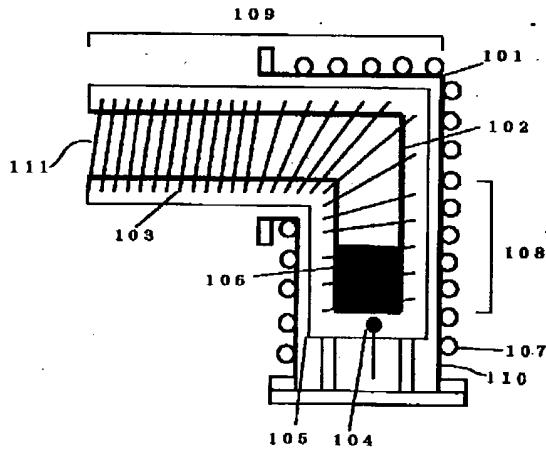
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 分子線源および分子線エピタキシ装置

(57)【要約】

【課題】 埋堀を傾斜させても分子線材料の充填量を十分確保すると共に、分子線材料が減少しても安定した分子線強度を得ること。

【解決手段】 入口開口部 (111) を有する埋堀 (102) と、この埋堀 (102) に装着され、埋堀内に充填される分子線材料を加熱し、入口開口部 (111) から蒸発、昇華させて分子線を発生させるためのヒータ (103) とを備え、埋堀 (102) が、充填される分子線材料を入口開口部 (111) から見えないように分子線材料を充填する部分 (108) と入口開口部 (111) との間で屈曲し、かつ分子線材料を充填する部分 (108) の各水平断面積を略均一にした分子線源セル (101)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入口開口部を有する坩堝を備え、この坩堝が、前記入口開口部から見て、内部に充填された分子線材料が見えないように屈曲してなることを特徴とする分子線源。

【請求項2】 入口開口部の開口面が、水平方向または水平方向よりも下側に向いている請求項1に記載の分子線源。

【請求項3】 坩堝が、筒状で、その入口開口部と分子線材料を充填する部分との間の中心軸の方向と、分子線材料を充填する部分の中心軸のそれを、同一平面上で30～150°に交差させてなる請求項1又は2に記載の分子線源。

【請求項4】 入口開口部を有する坩堝と、この坩堝に装着され、坩堝内に充填される分子線材料を加熱し、前記入口開口部から蒸発、昇華させて分子線を発生させるためのヒータとを備え、

坩堝が、充填される分子線材料を前記入口開口部から見えないように分子線材料を充填する部分と前記入口開口部との間で屈曲され、かつ分子線材料を充填する部分の各水平断面積を略均一にされたことを特徴とする分子線源。

【請求項5】 ヒータが、少なくとも、坩堝の分子線材料を充填する部分と、この部分の略真上の天井部分とに配設されてなる請求項4に記載の分子線源。

【請求項6】 ヒータが、坩堝の略全体を覆うように配設されてなる請求項4に記載の分子線源。

【請求項7】 ヒータが、坩堝の分子線材料を充填する部分より、坩堝のそれ以外の部分を高温に加熱してなる請求項4～6のいずれか一つに記載の分子線源。

【請求項8】 ヒータが、それぞれ独立して制御可能な2つのヒータ部分からなる請求項4～7のいずれか一つに記載の分子線源。

【請求項9】 ヒータが、それぞれ独立して制御可能な2つのヒータ部分となり、かつ一方のヒータ部分を坩堝の分子線材料を充填する部分に、他方のヒータ部分を坩堝のそれ以外の部分にそれぞれ配設してなる請求項4～7のいずれか一つに記載の分子線源。

【請求項10】 ヒータが、分子線材料を蒸発させる第1ヒータと、分子線材料から発生する分子線の量を制御する第2ヒータとの少なくとも2つのヒータからなる請求項4～9のいずれか一つに記載の分子線。

【請求項11】 坩堝の外周を覆う真空容器と、この真空容器に装着された水冷ジャケットとを更に具備してなる請求項4～10のいずれか一つに記載の分子線源。

【請求項12】 請求項1～11のいずれか一つに記載の分子線源と、この分子線源を支持する真空チャンバと、この真空チャンバの内壁に沿って設けられたシュラウドと、このシュラウド内に、前記分子線源の坩堝の入口開口部に対向して設けられた基板ホルダとからなる分

10

20

30

40

子線エピタキシ装置。

【請求項13】 分子線源が、2以上の分子線源部分からなり、これらの分子線源部分が、真空チャンバに上下に並んで支持され、かつ各坩堝の入口開口部を基板ホルダに対向させてなる請求項12に記載の分子線エピタキシ装置。

【請求項14】 真空チャンバが、傾斜して設置される請求項12又は13に記載の分子線エピタキシ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、分子線源及び分子線エピタキシ装置に関し、更に詳しくは分子線結晶成長(Molecular Beam Epitaxy 以下MBE)法において分子線材料を内部に入れ、熱で蒸発、昇華させることによって分子線を発生させる分子線源及び分子線エピタキシ装置に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 MBE法は、高純度材料を蒸発、昇華させることによって分子線を発生させ、高真空中でGaAs基板などに結晶成長させる技術であり、半導体レーザなどの化合物半導体を構成する半導体薄膜の作成法として広く用いられ、また更に改良すべく研究、開発が進められている方法である。

【0003】 その半導体薄膜の作成時に重要な事項として、真空チャンバー内の残留不純物を少なくすることが挙げられる。そのために、排気装置の改良、チャンバペーリングの実施などが行われ、良好な半導体薄膜が得られるようになった。しかし、材料のガスだしや結晶成長時に基板以外の例えばシュラウド(クライオパネル)などについた付着物は、シュラウドから液体窒素を除去すると、剥離して分子線源(以下、“分子線源セル”又は単に“セル”と称することもある)に落下する。この落下した付着物が次の結晶成長時に再蒸発して真空チャンバ内の残留不純物を増大させ、半導体薄膜の膜質を悪化させたり、また分子線源セルの坩堝の材料加熱用ヒータや温度測定用熱電対のリード線などに入り込んで、絶縁不良などのトラブルを発生させるおそれがあった。

【0004】 このため、チャンバを傾けることによって、基板周りのシュラウドなどについた付着物が落ちてもセルに入りにくくするなどの対策を取ってきた。しかしながら、このような構成をとると、図10あるいは図11に示す従来構造の坩堝(以下、単に容器と称することもある)601・602を用いた場合、上方ポートに取り付けたセルほど傾きが大きくなるため、坩堝601・602内に充填できる分子線材料の量が少なくなる。したがって、材料を充填するためのメンテナンス回数が増加し、装置稼働率の低下および、製品コストの増大を招いていた。

【0005】さらにチャンバの傾斜角が大きく、セルの入口開口部が水平より下向きになるポート取り付け角の場合、図10あるいは図11に示す従来構造の坩堝601・602を用いると、溶融分子線材料を使用することができず、使用できるのは昇華型の材料に限定される。特表平11-504613号公報には、図12に示すような単体の一体構造で、かつマイナス勾配のオリフィス604を持つ坩堝603が開示されている。この構造にすると、例えばセルを水平に設置した場合でも溶融分子線材料を使用することが可能となる。

【0006】上述のように、シュラウドなどについた付着物の落下を防ぐためチャンバを傾斜させた場合、坩堝内に充填できる分子線材料の量が、上方ポートに取り付けたセルほど少くなり、材料を充填するメンテナンス回数が増加し、マシンタイムの減少、製品コストの増大という問題がある。さらに、図12に示す従来構造の坩堝を用いてセルを略水平に設置した場合、分子線材料を消費して液面が低下するとともに、材料の蒸発面積が変化し分子線強度、換言すればフラックス強度が変化する。通常分子線強度は、定期的に測定を行いヒータ温度を補正して調整されるが、前記構造で蒸発面積が変化しやすい場合は測定および補正を頻繁に行う必要があり、装置稼働率の低下、製品コストの増大の問題につながる。

【0007】更に、従来の分子線源セルとしては、図13に示すように、基板ホルダ642周辺のシュラウド643から落ちてくる付着物が内部に入り込まないように、傾けた真空チャンバ641を取り付けたものがある。図14に示すように、この分子線源セル644A、644B、644Cは、分子線材料646を収容する坩堝、つまり容器645A、645B、645Cを有している。

【0008】ところで、上記分子線源セル644A、644B、644Cでは、分子線源セル644A、644B、644C自体が傾いているために、容器645Cに比べて容器645Bの方が分子線材料646の充填量が少なく、その少ない充填量の容器645Bよりもさらに容器645Aの方が分子線材料646の充填量が少なくなっている。つまり、容器645A、645B、645Cに充填できる分子線材料646の量が、上方のセルになるにつれて減少してしまうという問題がある。また、上記分子線源セル644A、644B、644Cより上方のシュラウド643に付いている付着物が分子線源セル644A、644B、644Cの内部に落下して、分子線材料646に不純物が混じるために、次の結晶成長時に再蒸発した不純物が真空チャンバ641内を汚染して、結晶成長させた薄膜の膜質を悪化させて、歩留まりが低下するという問題がある。

【0009】また、このような分子線源セル644A、644B、644Cを備える分子線エピタキシ装置（以

下、単にMBE装置又は分子線結晶成長装置と称することもある）651では、分子線源セル644A、644B、644Cにおける分子線材料646の充填量が少ないために、分子線材料646を頻繁に補充する必要が生じ、その分子線材料646の補充に伴うメンテナンスの回数が増加する。このメンテナンスは、MBE装置651を停止させた後、真空チャンバ641内を常圧に戻してから容器645A、645B、645C内に分子線材料646を入れて、再度MBE装置651を立ち上げ真空チャンバ641内を超高真空状態にするため相当の日時を要する。このように、相当の日時を要するメンテナンスの回数が増加するために、MBE装置651の稼働率が著しく低下して、半導体薄膜の製造コストを増大させるという問題がある。

【0010】そこで、本発明の目的の一つは、分子線材料の充填量を増大でき、分子線材料の汚染を防止できる分子線源を提供することにある。また、そのような分子線源を備えて、メンテナンスの回数を減らして半導体薄膜の製造コストを低減でき、歩留まりを向上できる分子線エピタキシ装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明の分子線源は、入口開口部を有する坩堝を備え、この坩堝が、前記入口開口部から見て、内部に充填された分子線材料が見えないように屈曲してなることを特徴としている。

【0012】上記構成の分子線源によれば、坩堝（容器）は内部に分子線材料を充填している。この坩堝は、分子線を入口開口部（基板に向けて出射する開口部でもある）から見て分子線材料が見えないように屈曲している。このように、上記入口開口部から見て分子線材料が見えないように坩堝が屈曲しているので、入口開口部から入ってくる不純物が、坩堝の底部に収容された分子線材料に付着しにくい。したがって、上記不純物が分子線材料を汚染するのを防止できる。

【0013】また、上記入口開口部が傾いても、入口開口部から見て分子線材料が見えないように坩堝が屈曲しているので、入口分子線材料を収容する底部が傾かない。したがって、上記坩堝内における分子線材料の充填量を増大させることができる。

【0014】更に、本発明は、入口開口部を有する坩堝と、この坩堝に装着され、坩堝内に充填される分子線材料を加熱し、前記入口開口部から蒸発、昇華させて分子線を発生させるためのヒーターとを備え、坩堝が、充填される分子線材料を前記入口開口部から見えないように分子線材料を充填する部分と前記入口開口部との間で屈曲され、かつ分子線材料を充填する部分の各水平断面積を略均一にされた分子線源を提供する。

【0015】すなわち本発明に係る分子線源は、坩堝の全体の形状が、坩堝の入口開口部から底部に充填した分

子線材料が見えないように屈曲し、かつ、材料充填部分の形状が材料の蒸発表面積を材料の量によって変化しない略均一としたことを構成上の特徴とし、それによつて、増堀を傾斜させても分子線材料の充填量を十分確保できると共に、分子線材料が減少しても安定した分子線強度を得ることが可能となる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の分子線源およびそれを備える分子線エピタキシ装置を図示の実施の形態により詳細に説明する。なお、これによって本発明は限定されるものではない。

【0017】(1) 本発明の一実施形態の分子線源としての分子線源セルは、分子線源セル自体の入口開口部の開口面が水平方向または水平方向よりも下側に向いていることを特徴としている。

【0018】上記一実施形態の分子線源セルによれば、上記分子線源セル自体の開口面が水平方向または水平方向よりも下側に向いているので、上方から落ちてくる不純物が分子線源セル内に入り込むことが無い。その結果、増堀としての容器内の分子線材料に不純物が付着することなく、分子線材料の汚染をより確実に防止できる。

【0019】また、一実施形態の分子線源セルは、上記分子線材料を蒸発させる第1ヒータと、上記分子線材料から発生する分子線の量を制御する第2ヒータとの少なくとも2つのヒータを備えていることを特徴としている。

【0020】上記一実施形態の分子線源セルは、第1ヒータで分子線材料を蒸発させると共に、第2ヒータで分子線材料から発生する分子線の量を制御することによって、分子線材料の形状によらず、分子線の量を再現性よく制御できる。

【0021】また、上記分子線の量を再現性よく制御する場合において、分子線材料の形状によらないので、その分子線材料を入れる容器の形状を自由に設定できる。つまり、容器の形状の自由度が向上する。

【0022】また、一実施形態の分子線エピタキシ装置、つまり分子線結晶成長装置は、上記分子線源セルを有することを特徴としている。

【0023】上記一実施形態の分子線結晶成長装置は、上記分子線源セルを用いることによって、容器内における分子線材料の充填量を増大できるので、分子線材料を補充する回数が少なくなり、その補充に伴うメンテナンスの回数を少なくできる。その結果、相当な時間を費やすメンテナンスの回数が減少するので装置の稼働率が向上し、生産性が向上する。したがって、この分子線結晶成長装置で製造する薄膜の製造コストを低減できる。

【0024】また、上記分子線材料の汚染を防止できることによって、分子線材料から発生する分子線を清浄に保つことができる。したがって、汚染された分子線で結

晶成長が行われず、良好な膜質の薄膜が形成される。その結果、歩留まりを向上できる。

【0025】また、上記分子線材料から発生する分子線の量を再現性よく制御できるので、結晶成長の再現性が向上し、より歩留まりを向上することができる。

【0026】(2) 更に傾斜型のチャンバをもつ分子線エピタキシ装置において、本発明に係る分子線源を上方ポートに取り付けた場合でも、溶融分子線材料を大量に充填することができ、材料充填の周期を長くすることができる。従って、装置稼働率を向上させることができ可能となる。また、分子線材料を消費し、液面が低下した場合でも蒸発面積が変わらないため、頻繁に分子線強度補正、つまりフラックス補正を行う必要がなく、装置稼働率を向上させることができ可能となる。

【0027】本発明に係る分子線源の具体的な形態としては、増堀の形状を筒状（より好ましくは円筒状）とし、増堀の材料充填部分と、分子線の方向決定部分、つまり増堀の入口開口部から材料充填部分の間の部分との2種類の円筒部分の中心軸を同一平面上とし、2軸のなす角を30°以上150°以下とする構成を、増堀の形状として実際に実現することができ、材料充填量を増加させることができるので、好ましい例として挙げることができる。

【0028】また、本発明の分子線源においては、ヒータが、少なくとも、増堀の分子線材料を充填する部分と、この部分の略真上の天井部分とに配設されると、この天井部分が溶融材料が飛んで付着しやすい箇所であるので、有効に材料の付着を防止できる。もちろんヒータが、増堀の略全体を覆うように配置されると、増堀の全体を高温に保つことが可能であり、分子線材料が再蒸発できずに付着・堆積することを防止することができるので、より好ましい。

【0029】また、本発明の分子線源は、1系統のヒータを備え、そのヒータが材料充填部分の温度に比較してそれ以外の部分の温度を高くするように配置されていると好ましい。更に、独立に制御することができる、少なくとも2系統のヒータ部分を備え、かつそれぞれのヒータ部分を材料充填部分とそれ以外の部分とに分けて配置し、材料充填部分の温度に比較してそれ以外の部分の温度を高くすると、増堀の入口開口部から分子線材料が見えない形状であるにもかかわらず、増堀の内壁面への分子線材料の付着がほとんどなく、フラックス強度の制御が容易となるので好ましい。

【0030】また、本発明の分子線源は、ヒータの外側に水冷機構、具体的には水冷ジャケットを配置すると、ヒータなどの高温部分のほとんどがシュラウドで覆われないにもかかわらず、装置のポート部分や分子線源の真空容器部分の温度を上昇させることなく、真空度を悪化させることができないので好ましい。

【0031】本発明は、別の観点によれば、(a) 入口

開口部を有する坩堝と、この坩堝に装着され、坩堝内に充填される分子線材料を加熱し、前記入口開口部から蒸発、昇華させて分子線を発生させるためのヒータとを備え、坩堝が、充填される分子線材料を前記入口開口部から見えないように分子線材料を充填する部分と前記入口開口部との間で屈曲し、かつ分子線材料を充填する部分の各水平断面積を略均一にした分子線源と、(b) この分子線源を支持する真空チャンバと、(c) この真空チャンバの内壁に沿って設けられたシュラウドと、(d) このシュラウド内に、前記分子線源の坩堝の入口開口部に対向して設けられた基板ホルダとからなる分子線エピタキシ装置を提供する。

【0032】更に、この分子線エピタキシ装置は、2以上の分子線源部分を備えると、傾斜型チャンバの分子線エピタキシ装置であっても、分子線材料の量を増加させることができること可能であり、かつシュラウドの付着物の落下が起こっても分子線源セルの中に入りトラブルが発生することを防止できるため、装置の稼働率を向上させることができる。また、成膜時に坩堝内に付着物が入ることによって半導体薄膜の膜質を悪化させることも防止でき、製品歩留まりが向上する。

【0033】(3) 以下、具体的にいくつかの実施形態を示す。

(第1実施形態) 図1は本発明の第1実施形態の分子線エピタキシ装置としてのMBE装置の概略断面図である。図1に示すように、上記MBE装置13は、水平方向に対して傾斜して設置された真空チャンバ10と、この真空チャンバ10内に収容された基板ホルダ11と、この基板ホルダ11に対向するように真空チャンバ1に取り付けられた分子線源セル1A, 1B, 1Cとを備えている。また、この真空チャンバ1の内壁には、シュラウド12を取り付けている。

【0034】上記分子線源セル1Bは、図2に示すように、分子線を基板6に向けて出射する開口部としての先端部5aから見て、底部2aに収容された分子線材料7が見えないように屈曲した容器としての坩堝2と、この坩堝2を収容する屈曲した有底筒状の本体5と、この本体5と坩堝2との間に配置された第1, 第2ヒータ3, 4とを備える。上記第1ヒータ3は、坩堝2の底部2aの周りに配設する一方、第2ヒータは、坩堝2の先端部2bの周りに配設している。また、上記坩堝2の底部2a, 先端部2bに温度検出用の熱電対8, 9を取り付けている。

【0035】また、上記分子線源セル1B自体の開口16を、本体5の基板6側の先端部5aに形成している。この先端部5aの上部17は、坩堝2の先端部2bよりも基板6に向かって長く延びると共に、先端部5aの下部18は、坩堝2の先端部2bよりも基板6に向かって若干長く延びている。また、上記先端部5aの上部17, 下部18の先端19, 20を含む平面、つまり開口

10

20

30

40

50

面15は水平方向に向いている。もっとも、この開口面15は、水平方向よりも下側に向いててもよい。なお、上記分子線源セル1Bのみを図2に基づいて詳細に説明したが、図1に示す分子線源セル1A, 1Cは、分子線源セルBとは本体および坩堝の屈曲の角度および開口面の向きが異なるが他の構成は同じである。分子線源セル1A, 1B, 1Cのいずれも開口面65, 15, 75の向きは水平方向または下向きになっている。

【0036】上記構成の分子線源セル1A, 1B, 1Cでは、結晶成長時に、分子線材料7を蒸発させて第1ヒータ3で分子線を発生させると共に、その分子線の量を第2ヒータ4で制御することによって、分子線を基板6に向けて先端部5aから射出して、基板6上に結晶を成長させる。このとき、上記シュラウド12から液体窒素を除去すると、基板6以外の例えばシュラウド12等に付いた不純物である付着物が剥離して落下するが、先端部5aから見て分子線材料7が見えないように坩堝2が屈曲しているので、先端部5aの開口16を通って入ってくる付着物は坩堝2の底部2aに収容された分子線材料7に付着しにくい。したがって、上記分子線材料7の汚染を防止できる。

【0037】また、上記先端部5aが傾いていても、先端部5aから見て分子線材料7が見えないように坩堝2が屈曲しているので、分子線材料7を収容する底部2aは傾かない。したがって、上記坩堝2内における分子線材料7の充填量を増大させることができる。具体的には、図6に示す従来の容器45A, 45B, 45Cの分子線材料46の充填量が約10ccであったのに対して、図2に示す坩堝2では分子線材料7を60cc以上入れることができる。

【0038】また、上記分子線源セル1A, 1B, 1C自体の開口面65, 15, 75が水平方向または水平方向よりも下側に向いているので、結晶成長時に、シュラウド12等に付いた不純物である付着物が剥離して落下しても、その付着物が分子線源セル1A, 1B, 1C内に入り込まず、分子線源セル1A, 1B, 1C内の坩堝2にも付着物が入り込まない。したがって、上記坩堝2内の分子線材料7に不純物である付着物が付着することなく、分子線材料7の汚染をより確実に防止できる。

また、上記分子線源セル1A, 1B, 1C内にシュラウド12の付着物が進入しないので、その付着物が第1, 第2ヒータ3, 4や熱電対8, 9のリード線等に入り込むことによって発生する絶縁不良等のトラブルを防止できる。

【0039】また、上記分子線材料7を蒸発させる第1ヒータ3と、上記分子線材料7から発生する分子線の量を制御する第2ヒータ4とを備えているので、分子線材料7の形状によらず、分子線の量を再現性よく制御できる。このとき、分子線材料7の形状を限定しなくてもよいので、その分子線材料7を収容する坩堝2の形状を自

由に設定できる。つまり、増堀2の形状の自由度が向上する。

【0040】また、このような分子線源セル1A, 1B, 1Cを搭載するMBE装置13では、従来に比べて分子線結晶材7を補充する回数が1/6以下に減少し、その補充に伴うメンテナンスの回数も低減する。したがって、相当な時間を費やすメンテナンスの回数が減少するのでMBE装置13の稼働率が向上し、生産性が向上する。したがって、このMBE装置13による半導体薄膜の製造コストを低減できる。具体的には、従来に比べて製造コストを1/4以下に低減できる。

【0041】また、上記MBE装置13では、分子線源セル1A, 1B, 1Cにおける分子線材料7の汚染を防止できることによって、汚染された分子線で結晶成長が行われない。したがって、良好な膜質の薄膜が形成されるので、歩留まりを向上できる。

【0042】また、上記MBE装置13では、分子線材料7を蒸発させる第1ヒータ3と、分子線材料7から発生する分子線の量を制御する第2ヒータ4とを備えていることによって、分子線材料7の減少等による分子線量の不安定性が解消され、分子線材料7から発生する分子線の量を再現性よく制御できる。したがって、結晶成長の再現性が向上し、より歩留まりを向上することができる。具体的には、従来に比べて歩留まりが約30%向上した。

【0043】また、上記MBE装置13では、真空チャンバ10の横側面に分子線源セル1A, 1B, 1Cを取り付けるので、分子線源セル1A, 1B, 1Cのレイアウトの自由度が向上している。また、上記分子線材料7の充填時に、MBE装置13下側の狭い空間で作業することも無いので、作業性が良好である。

【0044】また、上記実施形態では、分子線源セル1B自体の開口面15は、本体5の先端部5aの先端19, 20を含むようにしていたが、増堀2の先端部2bの先端を含むようにしてもよい。つまり、分子線源セル自体の開口は、本体に形成してもよいし、増堀に形成してもよい。また、分子線源セル1A, 1Cについても、分子線源セル1A, 1C自体の開口面は、増堀の先端部の先端を含むようにしてもよい。

【0045】また、上記実施形態では、分子線源セル1A, 1B, 1C自体の開口面65, 15, 75が水平方向または水平方向よりも下側に向いていたが、水平方向よりも下側に向いている方が好ましい。

【0046】また、上記実施形態では、本体5が増堀2と別体であったが、本体が増堀と一体でもよい。

【0047】(第2実施形態)図3は本発明の第2実施形態の分子線結晶成長装置としてのMBE装置の概略断面図である。図3に示すように、このMBE装置33は、水平方向に対して平行に設置された真空チャンバ30と、この真空チャンバ30の図中右側に配置された分

10

子線源セル21A, 21B, 21Cと、この分子線源21A, 21B, 21Cに対向するように真空チャンバ30内に収容された基板ホルダ31とを備えている。また、上記真空チャンバ30の内壁には、シラウド32を取り付けている。

【0048】上記分子線源セル21Aは、図4に示すように、分子線を基板26に向けて出射する開口部としての先端部25aから見て、底部22aに収容された分子線材料27が見えないように屈曲した容器としての増堀22と、この増堀22を収容する屈曲した有底筒状の本体25と、この本体25と増堀22との間に配置された第1, 第2ヒータ23, 24とを備える。上記第1ヒータ23は、増堀22の底部22aの周りに配設する一方、第2ヒータ24は、増堀22の先端部22bの周りに配設している。また、上記増堀22の底部22a, 先端部22bに温度検出用の熱電対28, 29を取り付けている。

20

【0049】また、上記分子線源セル21A自体の開口36を、本体25の基板26側の先端部25aに形成している。この先端部25aの上部37および下部38は、増堀22の先端部22bよりも基板26に向かって若干長く伸びている。また、上記先端部25aの上部37, 下部38の先端39, 40を含む平面、つまり開口面35は水平方向よりも下側に向いている。もっとも、この開口面35は、水平方向に向いてもよい。なお、上記分子線源セル21Aのみを図4に基づいて詳細に説明したが、図3に示す分子線源セル21B, 21Cは、分子線源セル21Aとは本体および増堀の屈曲の角度および開口面の向きが異なるが他の構成は同じである。分子線源セル21A, 21B, 21Cのいずれも開口面35, 85, 95の向きは水平方向または下向きになっている。

30

【0050】上記構成の分子線源セル21A, 21B, 21Cおよびそれを備えるMBE装置33は、第1実施形態の分子線源セルおよびMBE装置と同様の効果を有する。

40

【0051】また、分子線を出射する先端部25aから見て、底部22aに収容された分子線材料27が見えないように増堀22が略直角に屈曲しているので、シラウド32の付着物等の不純物が先端部25aの開口36から増堀22内に進入してきたとしても、その不純物は底部22aの分子線材料27に極めて付着しにくい。したがって、上記増堀22内の分子線材料27の汚染を極めて確実に防止できる。

50

【0052】また、上記実施形態では、分子線源セル21A自体の開口面35は、本体25の先端部25aの先端39, 40を含むようにしていたが、増堀22の先端部22bの先端を含むようにしてもよい。つまり、分子線源セル自体の開口は、本体に形成してもよいし、増堀に形成してもよい。また、分子線源セル21B, 21C

11

についても、分子線源セル21B、21C自体の開口面は、坩堝の先端部の先端を含むようにしてもよい。

【0053】また、上記実施形態では、分子線源セル21A、21B、21C自体の開口面35、85、95が水平方向または水平方向よりも下側に向いていたが、水平方向よりも下側に向いている方が好ましい。

【0054】また、上記実施形態では、本体25が坩堝22と別体であったが、本体が坩堝と一緒にてもよい。

【0055】以上より明らかなように、本発明の分子線源は、入口開口部を有する坩堝を備え、この坩堝が、前記入口開口部から見て、内部に充填された分子線材料が見えないように屈曲しているので、入口開口部から入ってくる不純物が、坩堝の内部に充填された分子線材料に付着しにくい。したがって、上記不純物が分子線材料を汚染するのを防止できる。

【0056】一実施形態の分子線源セルは、上記入口開口部が傾いても、入口開口部から見て分子線材料が見えないように坩堝が屈曲しているので、分子線材料を収容する底部が傾かず、坩堝内における分子線材料の充填量を増大させることができる。

【0057】一実施形態の分子線源セルは、分子線源セル自体の入口開口部の開口面が水平方向または水平方向よりも下側に向いているので、上方から落ちてくる不純物が分子線源セル内に入り込むことが無く、分子線材料の汚染をより確実に防止できる。

【0058】一実施形態の分子線源セルは、第1ヒータで分子線材料を蒸発させると共に、第2ヒータで分子線材料から発生する分子線の量を制御するので、分子線材料の形状によらず、分子線の量を再現性よく制御できる。また、このとき、上記分子線材料の形状によらないので、分子線材料を収容する容器の形状の自由度が向上する。

【0059】一実施形態の分子線結晶成長装置は、上記分子線源セルを備えることによって、分子線材料の充填量を増大できるので、分子線材料の補充に伴うメンテナンスの回数を少なくして、装置の稼働率を向上でき、生産性を向上できる。したがって、分子線結晶成長装置で製造する半導体薄膜の製造コストを低減できる。

【0060】一実施形態の分子線結晶成長装置は、上記分子線源セルを備えることによって、分子線材料の汚染を防止できるので、汚染された分子線で結晶成長が行われず、良好な膜質の薄膜を形成できる。したがって、歩留まりを向上できる。

【0061】一実施形態の分子線結晶成長装置は、上記分子線源セルを備えることによって、分子線材料から発生する分子線の量を再現性よく制御できるので、結晶成長の再現性を向上できる。その結果、より歩留まりを向上することができる。

【0062】(4)以下、更に具体的にいくつかの実施形態を示す。

12

(第3実施形態) 図5は本発明に係る分子線源の第3実施形態の構成説明図である。図5において、第3実施形態の分子線源セル(本発明の分子線源に相当する)101は、分子線材料106(例えば、ガリウム)を充填する坩堝102、ヒータ103、熱電対104、反射板105を備え、坩堝102周囲の真空を保持する容器(以下、真空容器と称する)110の外壁には水冷ジャケット107を備えている。坩堝102は一例としてPBN(熱分解窒化ホウ素)からなり、坩堝全体の形状は一例

10として図のごとく上方へ延びる円筒をその途中で水平に(90°に)曲げたL字形状であり、片側(下側)は封止されている。

【0063】この上方へ延びる部分に分子線材料106を充填する材料充填部分108が構成され、他方の水平部分には、開口されて、分子線の形状を決定する分子線形状決定部分109(入口開口部111と材料充填部分108との間)が構成されている。

【0064】ヒータ103は、材料充填部分108および分子線形状決定部分109のほぼ全体を覆うように螺旋状に配置されている。そしてヒータ103の間隔は材料充填部分108と比較して分子線形状決定部分109の方が密になるように配置されている。それぞれの部分のヒータは一系統で直列に接続されており、電流を流すことによって分子線形状決定部分109の方が材料充填部分108と比較すると高温になる。

【0065】図6は第3実施形態の分子線源セル101を用いたMBE装置(分子線エピタキシ装置)201の概略構成説明図である。図6において、MBE装置201は、分子線源セル202、基板回転・加热機構を備えた基板ホルダ203、シェラウド204を備え、分子線源セル202の坩堝の入口開口部205は基板ホルダ203の中心を向き、分子線は基板ホルダ203の法線方向に対し、一例として25°の角度で入射するよう設定されている。また、第3実施形態においては、MBE装置201の分子線源セル202は、基板ホルダ203の回転軸が水平になるよう傾斜して設置されている。

【0066】このような構成では、最も上方に位置するセルポートに取り付けた分子線源セル202の坩堝の入口開口部205が下向きであるにもかかわらず、分子線源セル202には溶融分子線材料を100cc以上充填することができる。

【0067】一方、図12に示す従来構造の坩堝を用いた場合の充填量は約1ccであり、第3実施形態の分子線源セル202の充填量は約100倍となり、材料充填周期を50倍以上に延長することができ、製品コストを1/2以下に低減できる。また、図12の従来構造を用いた場合、材料を消費して液面が低下するにともなって、蒸発面積が小さくなる。従って、ヒータ温度が一定の場合、フラックス強度が低下し、一定のフラックス強度を得るために常にヒータ温度を補正する必要があ

る。通常、このフラックス補正は数回成長を行った後に行うことが必要である。第3実施形態の分子線源セル202を用いた場合は、材料を消費して液面が低下しても、蒸発面積が変わらないため、ヒータ温度が一定でフラックス強度はほぼ一定である。したがってフラックス補正をする間隔を長くすることが可能となり、装置の稼働率を向上させることができる。

【0068】また、分子線源セル202の坩堝の入口開口部205が水平より下方を向いているため、シュラウド201の付着物が落下しても、分子線源セル202の中に落下することなく、ヒータ103や、熱電対104の絶縁不良によるセルの信頼性の低下を防ぐことができる。また、成膜時に坩堝内に付着物が入ることによって半導体薄膜の膜質の悪化を防止できる。

【0069】第3実施形態では、ヒータ103は坩堝102のほぼ全体を覆うように配置されているが、坩堝102にヒータ103を設置しない部分がある場合、その部分は温度が低下してしまうため、分子線材料が再蒸発できずに付着・堆積することになる。そのためヒータ103は坩堝102のほぼ全体を覆うように配置することが望ましい。

【0070】また、本発明の分子線源はヒータ103などの高温部分のほとんどが、装置のシュラウド204で覆われない配置となるため、装置のポート部分や分子線源の真空容器部分が高温になり易い。真空容器が高温になると真空度に影響を及ぼすので、第3実施形態のように水冷ジャケット107を設置して装置のポート部分や分子線源の真空容器部分の温度が上がらないようにすることが望ましい。本実施の形態では、真空容器の外側に水冷ジャケット107を設けたが、真空容器内のヒータの外側に水冷機構を設けた場合も同様の効果が得られる。第3実施形態では、坩堝102の分子線形状決定部分109と材料充填部分108のなす角は一例として90°に設定したが、30°から150°の範囲で同様の効果が得られる。

【0071】(第4実施形態) 図7は、第3実施形態の分子線源セル101と同一構成の分子線源セルを別のMBE装置301に取り付けた場合の概略構成説明図である。図7において、MBE装置301は、分子線源セル302と、基板回転・加熱機構を備えた基板ホルダ303と、シュラウド304とを備え、坩堝302の開口部は基板ホルダ303の中心を向き、分子線は基板ホルダ303の法線方向に対し一例として25°の角度で入射するよう設定されている。また、MBE装置301は基板ホルダ303の回転軸が例えば鉛直から65°の角をなすよう傾斜して設置されている。

【0072】分子線源セル302は、MBE装置301の水平ポートに取り付けられており、本構成によると、溶融分子材料を250cc以上充填することができる。なお、図12に示した従来型の坩堝を用いた場合、充填

量は20ccであり、これと比較すると、第4実施形態の分子線源セル302の充填量は約10倍となるため、材料充填周期を5倍以上に延長することができ、製品コストを2/3以下に低減できる。

【0073】また、図12に示す従来の坩堝を用いた場合は、材料を消費し液面が低下するにしたがって蒸発面積が小さくなるため、ヒータ温度が一定の場合、フラックス強度が低下していく。したがって一定のフラックス強度を得るために、常にヒータ温度を補正する必要がある。通常、このフラックス補正は数回の成長を行った後に実施することが必要である。第4実施形態の分子線源セル302を用いた場合は、材料を消費し液面が低下しても蒸発面積が変わらないため、ヒータ温度が一定でフラックス強度はほぼ一定である。したがってフラックス補正をする間隔を長くすることが可能となり、装置の稼働率を向上させることができる。

【0074】また、図12に示す従来の坩堝を用いた場合は、材料の充填量によって分子線の形状が変化するため、基板ホルダ303位置での膜厚分布が変化する欠点がある。第4実施形態では、坩堝102の分子線形状決定部分109と材料充填部分108のなす角を一例として90°に設定したが、30°から150°の範囲であれば同様の効果が得られる。

【0075】(第5実施形態) 図8は第5実施形態の分子線源セル401を示す構成説明図である。図8において、第5実施形態の分子線源セル401は、分子線材料を充填する坩堝402、ヒータ403(本発明の一方のヒータ部分に相当)、ヒータ404(本発明の他方のヒータ部分に相当)、熱電対405、熱電対406、反射板407を備えてなる。坩堝402は一例としてPBNからなり、坩堝全体の形状は一例として円筒を途中で135°に曲げた形状である。そして坩堝の片側は封止され、この部分が分子線材料408を充填する材料充填部分410である。該坩堝の他方は開口され、分子線の形状を決定する分子線形状決定部分411を構成する。

【0076】2系統のヒータ403および404は、坩堝402のそれぞれ分子線形状決定部分411および材料充填部分410を覆うように配置され、2系統のヒータで坩堝402のほぼ全体を覆っている。また、2系統の熱電対405、406はそれぞれ分子線形状決定部分411および材料充填部分410の温度を測定するよう配置されている。よって、分子線形状決定部分411および材料充填部分410を、独立して温度制御することが可能である。

【0077】図9は第5実施形態の分子線セルを用いたMBE装置501の概略構成説明図である。図9において、MBE装置501は、分子線源セル502、基板回転・加熱機構を備えた基板ホルダ503、シュラウド504を備え、分子線源セル502の坩堝の入口開口部は基板ホルダ503の中心を向き、分子線は基板ホルダ5

03の法線方向に対し一例として25°の角度で入射するよう設定されている。また、MBE装置501は基板ホルダ503の回転軸が水平になるよう傾斜して設置されている。

【0078】このような構成で、第5実施形態の分子線源セルを用いた場合、溶融分子線材料を300cc以上充填することができる。比較のために、図10に従来のコニカル形状の坩堝を示すが、充填量は20ccであり、本実施の形態の分子線源セルの充填量は約15倍となり、材料充填周期を5倍以上に延長することができるため、製品コストが2/3以下に低減できる。また、図10に示した坩堝を用いた場合、材料を消費して液面が低下するにしたがい、蒸発面積が小さくなる。よって、ヒータ温度が一定の場合、フラックス強度は低下していく。したがって一定のフラックス強度を得るためにには常にヒータ温度を補正する必要がある。通常、このフラックス補正是数回の成長を行った後に行う必要がある。本実施の形態の分子線源セルを用いた場合は、材料を消費し液面が低下しても蒸発面積が変わらないため、ヒータ温度が一定でも、フラックス強度はほぼ一定である。したがってフラックス補正をする間隔を長くすることが可能となり、装置の稼働率を向上することができる。

【0079】また、比較のために、図11に従来の円筒形状坩堝を示すが、充填量は約50ccであり、本実施の形態の分子線源セルの充填量は約4倍となり、材料充填周期が2倍以上に延長することができる。よって、製品コストを3/4以下に低減できる。また、図11に示した坩堝を用いた場合、材料を消費し液面が低下しても蒸発面積が変わらないため、ヒータ温度を一定にしておけばフラックス強度はほぼ一定であり、頻繁にフラックス補正を行う必要がない。しかしながら、図11に示した坩堝を用いた場合は、材料を消費し液面が低下するにしたがって、分子線の形状が鋭くなるため、基板ホルダ503位置での膜厚分布が悪くなる欠点がある。

【0080】本実施の形態では、ヒータ403と404で坩堝402のほぼ全体を覆うように配置しているが、坩堝402にヒータを設置しない部分がある場合、その部分は温度が低下してしまうため、分子線材料が再蒸発できずに付着・堆積することになる。そのためヒータは坩堝402のほぼ全体を覆うように配置することが望ましい。また、本発明の分子線源はヒータ403、404などの高温部分のほとんどが、装置のシュラウド504で覆われない配置となるため、装置のポート部分や分子線源の真空容器部分が高温になり易い。真空容器が高温になると真空度に影響を及ぼすので、本実施の形態のように水冷ジャケット409を設置して装置のポート部分や分子線源の真空容器部分の温度が上がらないようにすることが望ましい。本実施の形態では、真空の外側に水冷ジャケット409を設けたが、真空内のヒータの外側に水冷機構を設けた場合も同様の効果が得られる。

10

【0081】本実施の形態では、坩堝402の分子線形状決定部分411と材料充填部分410のなす角を一例として135°に設定したが、30°から150°の範囲で同様の効果が得られる。

【0082】

【発明の効果】以上の説明から明かなとおり、本発明の分子線源によれば、坩堝の全体の形状が、坩堝の入口開口部から底部に充填した分子線材料が見えないように屈曲しているので、開口部から入ってくる不純物が坩堝の底部に収容された分子線材料を汚染するのを防止できる。更に、材料充填部分の形状が材料の蒸発表面積を材料の量によって変化しない略均一としたことを構成上の特徴とし、それによって、坩堝を傾斜させても分子線材料の充填量を十分確保でき、ヒータ温度の補正回数を減らすことができると共に、均一な分子線強度を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態のMBE装置における要部の概略断面図である。

【図2】上記第1実施形態の分子線源セルの概略断面図である。

【図3】本発明の第2実施形態のMBE装置における要部の概略断面図である。

【図4】上記第2実施形態の分子線源セルの概略断面図である。

【図5】本発明に係る分子線源セルの第3実施形態を示す構成説明図である。

【図6】本発明に係る分子線エピタキシ装置の第3実施形態を示す概略構成説明図である。

30 【図7】本発明に係る分子線エピタキシ装置の第4実施形態を示す図6相当図である。

【図8】本発明に係る分子線源セルの第5実施形態を示す図5相当図である。

【図9】本発明に係る分子線エピタキシ装置の第5実施形態を示す図6相当図である。

【図10】従来のコニカル状分子線源の坩堝を示す断面図である。

【図11】従来の円筒状分子線源の坩堝を示す断面図である。

40 【図12】従来の分子線源の他の坩堝を示す断面図である。

【図13】従来のMBE装置における要部の概略断面図である。

【図14】上記従来の分子線源セルの概略断面図である。

【符号の説明】

1A, 1B, 1C, 21A, 21B, 21C 分子線源セル

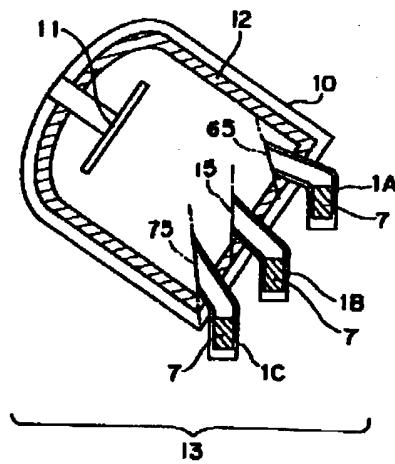
44A, 44B, 44C

分子線源

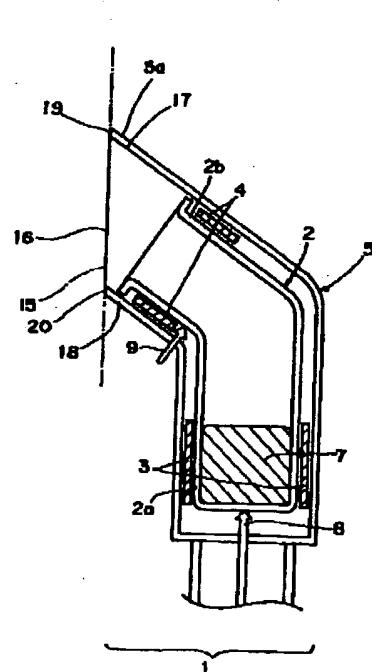
2, 22
3, 23
ター
4, 24
ター
5, 25
5a, 25a
6, 26
7, 27, 646
料
8, 9, 28, 29
10, 30, 641
ンバ
11, 31
ダ
12, 32, 643
ド
13, 33, 651
置
15, 35, 65, 75, 85, 95
45A, 45B, 45C
101, 401
セル

増堀	102, 402	増堀
第1ヒー	103, 403, 404	ヒータ
	104, 405, 406	熱電対
第2ヒー	105, 407	反射板
	106, 408	分子線材
本体	料	
先端部	107, 409	水冷ジャ
基板	ケット	
分子線材	108, 410	材料充填
10	部分	
熱電対	109, 411	分子線形
真空チャ	状決定部分	
	110	真空容器
基板ホル	111	入口開口
	部	
シュラウ	201, 301, 501	分子線工
	ピタキシ装置	
MBE裝	202, 302, 502	分子線源
	セル	
開口面	20	基板ホル
容器	203, 303, 503	
分子線源	ダ	
	204, 304, 504	シュラウ
	ド	

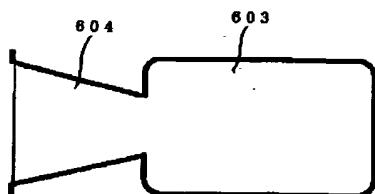
【図1】



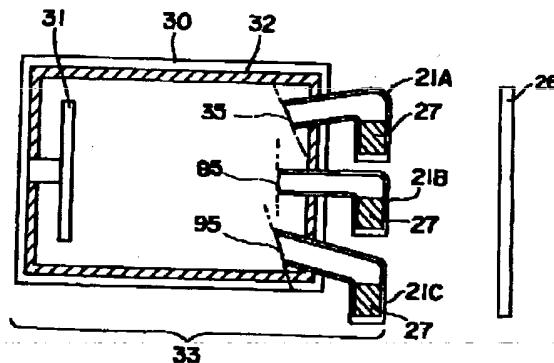
【図2】



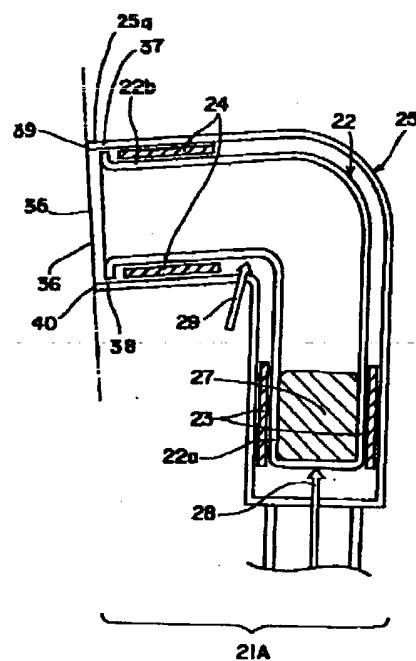
【図12】



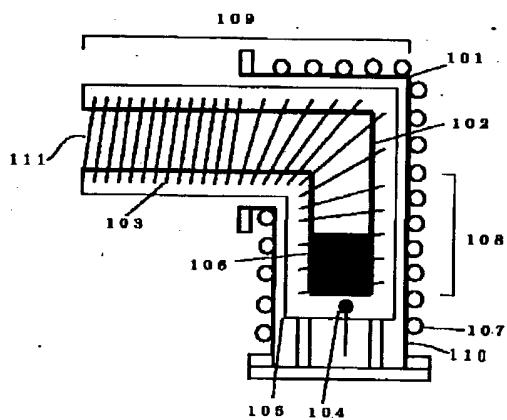
【図3】



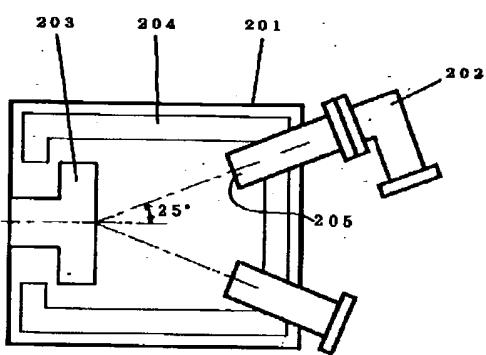
【図4】



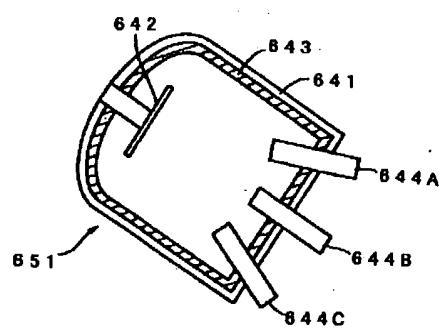
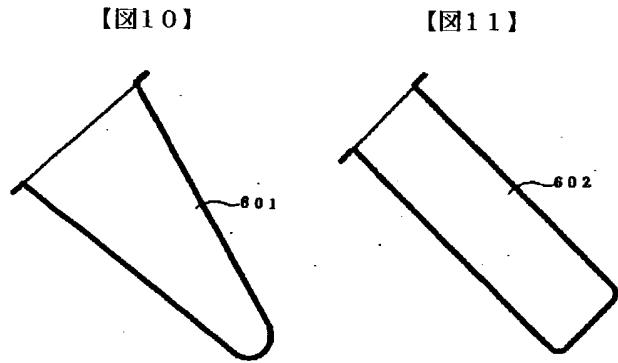
【図5】



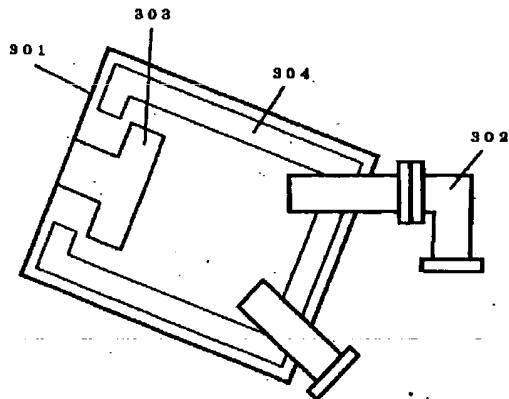
【図6】



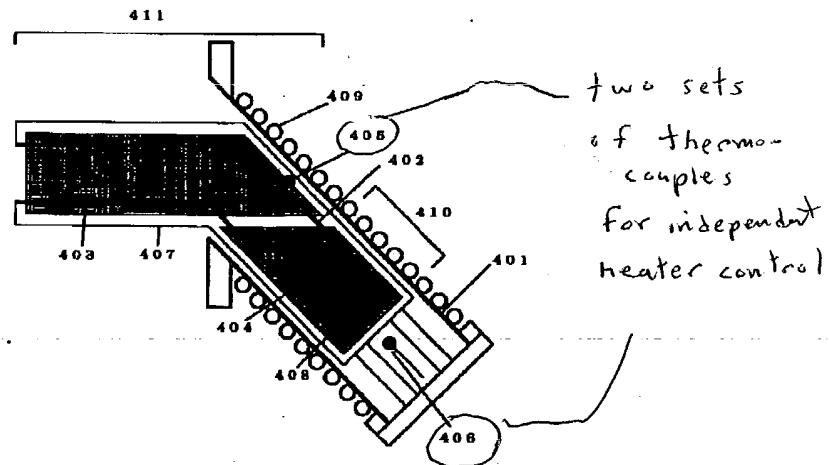
【図13】



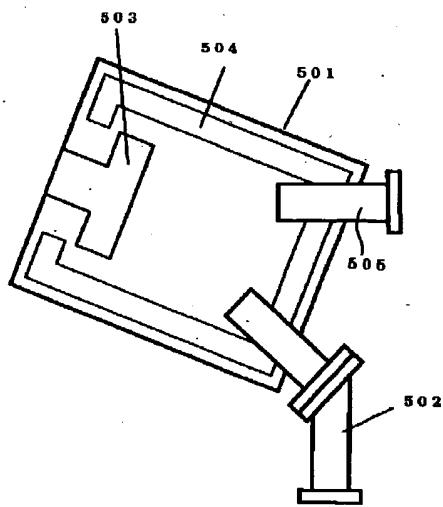
【図7】



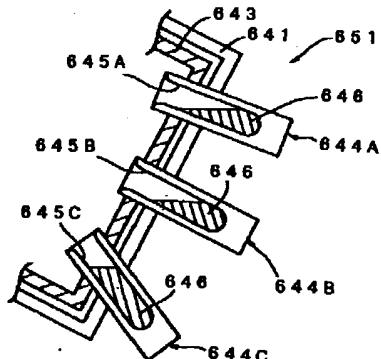
【図8】



【図9】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 川▼崎▲ 崇士
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内
(72)発明者 牧野 修之
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

(72)発明者 菅 康夫
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内
(72)発明者 谷 善平
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内
Fターム(参考) 4G077 SC12
5F103 AA04 BB02 BB11 BB19 BB23
BB26 RR01 RR08

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] this invention -- the source of a molecular beam, and molecular-beam-epitaxy equipment -- being related -- further -- detailed -- molecular-beam crystal growth (below Molecular Beam Epitaxy MBE) -- in law, molecular-beam ingredients are paid to the interior, and it is related with the source of a molecular beam and molecular-beam-epitaxy equipment which are made to generate a molecular beam by making it evaporate and sublimate with heat.

[0002]

[Description of the Prior Art] The MBE method is an approach by which a molecular beam is generated, and it is the technique which carries out crystal growth to a GaAs substrate etc. in a high vacuum, and is widely used as a method of creating the semi-conductor thin film which constitutes compound semiconductors, such as semiconductor laser, and also research and development are furthered that it should improve by evaporating and making a high grade ingredient sublimate.

[0003] As a matter important for the creation time of the semi-conductor thin film, lessening the residual impurity in a vacuum chamber is mentioned. Therefore, amelioration of an exhauster, implementation of chamber baking, etc. are performed and a good semi-conductor thin film came to be obtained. However, if liquid nitrogen is removed from a shroud, the affix attached to shrouds other than a substrate (cryopanel) etc. at the time of the gas broth of an ingredient or crystal growth will exfoliate, and will fall in the source of a molecular beam (a "cel" is sometimes only called ["the source cel of a molecular beam", or] hereafter). This affix that fell re-evaporates at the time of the following crystal growth, and the residual impurity in a vacuum chamber was increased, and the membranous quality of a semi-conductor thin film was worsened, and it entered into the heater for ingredient heating of the crucible of the source cel of a molecular beam, the lead wire of the thermocouple for thermometries, etc., and there was a possibility of generating poor insulation's etc. trouble.

[0004] For this reason, by leaning a chamber, even if the affix attached to the shroud of the circumference of a substrate etc. falls, measures, such as making it be hard to go into a cel etc., have been taken. However, since an inclination becomes large as for the cel attached in the upper part port when such a configuration was taken and the crucible (a container may only be called hereafter) 601-602 of structure is used conventionally which is shown in drawing 10 or drawing 11, the amount of the molecular-beam ingredient with which it can be filled up in crucible 601-602 decreases. Therefore, the count of a maintenance for being filled up with an ingredient increased, and the decline in an equipment operating ratio and increase of product cost were caused.

[0005] If the tilt angle of a chamber is still larger and the crucible 601-602 of structure is used conventionally which is shown in drawing 10 or drawing 11 in the case of the port setting angle from which inlet-port opening of a cel becomes downward [level twist], a melting molecular-beam ingredient cannot be used but it will be limited to the ingredient of a sublimation mold that it can be used. The crucible 603 which is the integral construction of a simple substance as shown in drawing 12, and has the orifice 604 of minus inclination in a ***** No. 504613 [11 to] official report is indicated.

If it is made this structure, even when a cel is installed horizontally, for example, it will become possible to use a melting molecular-beam ingredient.

[0006] As mentioned above, in order to prevent fall of the affix attached to the shroud etc., when a chamber is made to incline, the amount of the molecular-beam ingredient with which it can be filled up in crucible decreases as the cel attached in the upper part port, the count of a maintenance filled up with an ingredient increases, and there is a problem of reduction in a machine time and increase of product cost. furthermore, the former shown in drawing 12 -- the crucible of structure -- using -- a cel -- abbreviation -- when it installs horizontally, while consuming a molecular-beam ingredient and an oil level's falling -- the evaporation area of an ingredient -- changing -- molecular-beam reinforcement -- if it puts in another way, flux reinforcement will change. Usually, although molecular-beam reinforcement measures periodically, amends heater temperature and is adjusted, when evaporation area tends to change with said structure, it needs to perform measurement and amendment frequently, and leads to decline in an equipment operating ratio, and the problem of increase of product cost.

[0007] Furthermore, as a conventional source cel of a molecular beam, as shown in drawing 13, there are some which were attached in the leaned vacuum chamber 641 so that the affix which falls from the shroud 643 of the substrate holder 642 circumference may not enter the interior. As shown in drawing 14, these source cels 644A, 644B, and 644C of a molecular beam have the crucible 645A, 645B, and 645C which holds the molecular-beam ingredient 646, i.e., containers.

[0008] By the way, in the above-mentioned source cels 644A, 644B, and 644C of a molecular beam, since the source cels 644A and 644B of a molecular beam and 644C itself lean, compared with container 645C, the fill of the molecular-beam ingredient 646 has less container 645B, and the container 645A of the fill of the molecular-beam ingredient 646 has become less than container 645B of the small fill further. That is, there is a problem of decreasing as the amount of the molecular-beam ingredient 646 with which Containers 645A, 645B, and 645C can be filled up becomes an upper cel. Moreover, since the impurity re-evaporated at the time of the following crystal growth pollutes the inside of the vacuum chamber 641 and the membranous quality of the thin film which carried out crystal growth is worsened in order that the affix attached to the upper shroud 643 may fall inside the source cels 644A, 644B, and 644C of a molecular beam and an impurity may mix with the molecular-beam ingredient 646 from the above-mentioned source cels 644A, 644B, and 644C of a molecular beam, there is a problem that the yield falls.

[0009] Moreover, with molecular-beam-epitaxy equipment (MBE equipment or molecular-beam crystal growth equipment may only be called hereafter) 651 equipped with such source cels 644A, 644B, and 644C of a molecular beam, since there are few fills of the molecular-beam ingredient 646 in the source cels 644A, 644B, and 644C of a molecular beam, it will be necessary to fill up the molecular-beam ingredient 646 frequently, and the count of the maintenance accompanying a supplement of the molecular-beam ingredient 646 will increase. After stopping MBE equipment 651, after this maintenance returns the inside of the vacuum chamber 641 to ordinary pressure, in order that it may pay the molecular-beam ingredients 646 in Containers 645A and 645B and 645C, may start MBE equipment 651 again and may change the inside of the vacuum chamber 641 into an ultra-high-vacuum condition, it requires the time of an equivalent. Thus, since the count of the maintenance which requires considerable time increases, the operating ratio of MBE equipment 651 falls remarkably, and there is a problem of increasing the manufacturing cost of a semi-conductor thin film.

[0010] Then, one of the purposes of this invention can increase the fill of a molecular-beam ingredient, and it is to offer the source of a molecular beam which can prevent contamination of a molecular-beam ingredient. Moreover, it has such a source of a molecular beam, and the count of a maintenance is reduced, the manufacturing cost of a semi-conductor thin film can be reduced, and it is in offering the molecular-beam-epitaxy equipment which can improve the yield.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, it is characterized by the source of a molecular beam of this invention being equipped with the crucible which has inlet-port opening, and this crucible looking at it from said inlet-port opening, and being crooked and becoming so

that the molecular-beam ingredient with which the interior was filled up may not appear.

[0012] According to the source of a molecular beam of the above-mentioned configuration, crucible (container) has filled up the interior with the molecular-beam ingredient. This crucible is crooked so that a molecular beam may be seen from inlet-port opening (it is also opening which carries out outgoing radiation towards a substrate) and a molecular-beam ingredient may not appear. Thus, since crucible is crooked so that it may see from the above-mentioned inlet-port opening and a molecular-beam ingredient may not appear, the impurity containing inlet-port opening cannot adhere to the molecular-beam ingredient held in the pars basilaris ossis occipitalis of crucible easily. Therefore, the above-mentioned impurity can prevent polluting a molecular-beam ingredient.

[0013] Moreover, since crucible is crooked so that it may see from inlet-port opening and a molecular-beam ingredient may not appear even if the above-mentioned inlet-port opening inclines, the pars basilaris ossis occipitalis which holds an inlet-port molecular-beam ingredient does not incline.

Therefore, the fill of the molecular-beam ingredient in the above-mentioned crucible can be increased.

[0014] Furthermore, the crucible which has inlet-port opening, and this crucible are equipped with this invention. The molecular-beam ingredient with which it fills up in crucible is heated. From said inlet-port opening to evaporation Have a heater for making it sublime and generating a molecular beam, and it is crooked between the part with which crucible fills up a molecular-beam ingredient so that it may not be visible from said inlet-port opening in the molecular-beam ingredient with which it fills up, and said inlet-port opening. And the source of a molecular beam made into abbreviation homogeneity in each horizontal section product of the part filled up with a molecular-beam ingredient is offered.

[0015] Namely, the source of a molecular beam concerning this invention is crooked so that the molecular-beam ingredient with which the configuration of the whole crucible filled up the pars basilaris ossis occipitalis from inlet-port opening of crucible may not appear. And even if it is characterized by the configuration of an ingredient packing fraction making evaporation surface area of an ingredient the abbreviation homogeneity which does not change with the amounts of an ingredient on a configuration and makes crucible incline by it, while the fill of a molecular-beam ingredient is securable enough It becomes possible to obtain the molecular-beam reinforcement stabilized even if molecular-beam ingredients decreased in number.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of implementation of illustration explains molecular-beam-epitaxy equipment equipped with the source of a molecular beam of this invention, and it to a detail. In addition, this invention is not limited by this.

[0017] (1) As for the source cel of a molecular beam as a source of a molecular beam of 1 operation gestalt of this invention, the effective area of inlet-port opening of the source cel of a molecular beam itself is characterized also for the horizontal direction or the horizontal twist by having turned to the bottom.

[0018] According to the source cel of a molecular beam of a top Norikazu operation gestalt, the impurity to which the effective area of the above-mentioned source cel of a molecular beam itself falls from the upper part since the horizontal direction or the horizontal twist has also turned to the bottom does not enter in the source cel of a molecular beam. Consequently, an impurity does not adhere to the molecular-beam ingredient in the container as crucible, and contamination of a molecular-beam ingredient can be prevented more certainly.

[0019] Moreover, the source cel of a molecular beam of 1 operation gestalt is characterized by having at least two heaters of the 1st heater which evaporates the above-mentioned molecular-beam ingredient, and the 2nd heater which controls the amount of the molecular beam generated from the above-mentioned molecular-beam ingredient.

[0020] By controlling the amount of the molecular beam generated from a molecular-beam ingredient by the 2nd heater, the source cel of a molecular beam of a top Norikazu operation gestalt is not based on the configuration of a molecular-beam ingredient, but can control the amount of a molecular beam with sufficient repeatability while it evaporates a molecular-beam ingredient at the 1st heater.

[0021] Moreover, since it is not based on the configuration of a molecular-beam ingredient when

controlling the amount of the above-mentioned molecular beam with sufficient repeatability, the configuration of a container of paying the molecular-beam ingredients can be set up freely. That is, the degree of freedom of the configuration of a container improves.

[0022] Moreover, it is characterized by having the above-mentioned source cel of a molecular beam, the molecular-beam-epitaxy equipment, i.e., the molecular-beam crystal growth equipment, of 1 operation gestalt.

[0023] Since the molecular-beam crystal growth equipment of a top Norikazu operation gestalt can increase the fill of the molecular-beam ingredient in a container by using the above-mentioned source cel of a molecular beam, its count which fills up a molecular-beam ingredient decreases, and it can lessen the count of the maintenance accompanying the supplement. Consequently, since the count of the maintenance which spends considerable time amount decreases, the operating ratio of equipment improves, and productivity improves. Therefore, the manufacturing cost of the thin film manufactured with this molecular-beam crystal growth equipment can be reduced.

[0024] Moreover, the molecular beam generated from a molecular-beam ingredient can be maintained at clarification by the ability preventing contamination of the above-mentioned molecular-beam ingredient. Therefore, crystal growth is not performed by the polluted molecular beam, but the thin film of good membranous quality is formed. Consequently, the yield can be improved.

[0025] Moreover, since the amount of the molecular beam generated from the above-mentioned molecular-beam ingredient is controllable with sufficient repeatability, the repeatability of crystal growth can improve and the yield can be improved more.

[0026] (2) In the molecular-beam-epitaxy equipment which furthermore has the chamber of an inclination mold, even when the source of a molecular beam concerning this invention is attached in an upper part port, it can be filled up with a melting molecular-beam ingredient in large quantities, and the period of ingredient restoration can be lengthened. Therefore, it becomes possible to raise an equipment operating ratio. Moreover, since evaporation area does not change even when a molecular-beam ingredient is consumed and an oil level falls, it is not necessary to perform molecular-beam amendment on the strength, i.e., flux amendment, frequently, and it becomes possible to raise an equipment operating ratio.

[0027] As a concrete gestalt of the source of a molecular beam concerning this invention The configuration of crucible is made tubed (preferably cylindrical). The ingredient packing fraction of crucible, The medial axis of two kinds of cylinder parts with the part between ingredient packing fractions is made into the same flat-surface top from the direction decision part of a molecular beam, i.e., inlet-port opening of crucible. Since the configuration which makes the angle which biaxial makes 30 degrees or more 150 degrees or less can actually be realized as a configuration of crucible and an ingredient fill can be made to increase, it can mention as a desirable example.

[0028] Moreover, in the source of a molecular beam of this invention, since a heater is the part where a melting ingredient flies and this head-lining part tends to adhere when it is arranged by the part filled up with the molecular-beam ingredient of crucible, and the head-lining part of the abbreviation right above of this part at least, it can prevent adhesion of an ingredient effectively. When the heater is arranged, of course so that the whole abbreviation for crucible may be covered, it is possible to maintain the whole crucible at an elevated temperature, and since it can prevent adhering and depositing, without the ability re-evaporating a molecular-beam ingredient, it is more desirable.

[0029] Moreover, when the source of a molecular beam of this invention is arranged so that it may have one heater and the heater may make temperature of the other part high as compared with the temperature of an ingredient packing fraction, it is desirable. Furthermore, it has at least two independently controllable heater parts. And when each heater part is divided into an ingredient packing fraction and the other part, and is arranged and temperature of the other part is made high as compared with the temperature of an ingredient packing fraction, in spite of being the configuration a molecular-beam ingredient does not appear from inlet-port opening of crucible Since there is almost no adhesion of the molecular-beam ingredient to the internal surface of crucible and control of flux reinforcement becomes easy, it is desirable.

[0030] Moreover, since the source of a molecular beam of this invention does not have a water-cooled device and raising the temperature of the port part of equipment, or the vacuum housing part of the source of a molecular beam in spite of not covering most of elevated-temperature parts, such as a heater, by the shroud, if a water cooled jacket is specifically arranged in the outside of a heater and does not worsen a degree of vacuum, it is desirable.

[0031] According to another viewpoint, the crucible which has (a) inlet-port opening, and this crucible are equipped with this invention. The molecular-beam ingredient with which it fills up in crucible is heated. From said inlet-port opening to evaporation Have a heater for making it sublimate and generating a molecular beam, and it is crooked between the part with which crucible fills up a molecular-beam ingredient so that it may not be visible from said inlet-port opening in the molecular-beam ingredient with which it fills up, and said inlet-port opening. And the source of a molecular beam which made abbreviation homogeneity each horizontal section product of the part filled up with a molecular-beam ingredient, (b) -- the vacuum chamber which supports this source of a molecular beam, and (c) -- the shroud prepared in accordance with the wall of this vacuum chamber, and (d) -- the molecular-beam-epitaxy equipment which consists of a substrate holder which countered inlet-port opening of the crucible of said source of a molecular beam, and was formed in this shroud is offered.

[0032] Furthermore, since this molecular beam epitaxy equipment can prevent that enter into the source cel of a molecular beam, and a trouble occurs even if it is possible to make the amount of a molecular-beam ingredient increase even if it is molecular beam epitaxy equipment of an inclination mold chamber and fall of the affix of a shroud takes place if it has two or more source parts of a molecular beam, it can raise the operating ratio of equipment. Moreover, when an affix enters in crucible at the time of membrane formation, worsening the membranous quality of a semi-conductor thin film can also be prevented, and the product yield improves.

[0033] (3) Some operation gestalten are shown concretely hereafter.

(The 1st operation gestalt) Drawing 1 is the outline sectional view of the MBE equipment as molecular-beam-epitaxy equipment of the 1st operation gestalt of this invention. As shown in drawing 1, the above-mentioned MBE equipment 13 is equipped with the vacuum chamber 10 which received horizontally and was installed by inclining, the substrate holder 11 held in this vacuum chamber 10, and the source cels 1A, 1B, and 1C of a molecular beam attached in the vacuum chamber 1 so that this substrate holder 11 might be countered. Moreover, the shroud 12 is attached in the wall of this vacuum chamber 1.

[0034] The crucible 2 as a container crooked so that the molecular-beam ingredient 7 which looked at the above-mentioned source cel of molecular beam 1B from point 5a as opening which turns and carries out outgoing radiation of the molecular beam to a substrate 6 as shown in drawing 2, and was held in pars-basilaris-ossis-occipitalis 2a might not appear, It has the 1st and 2nd heater 3 and 4 arranged between the body 5 of the crooked shape of a cylinder like object with base which holds this crucible 2, and this body 5 and crucible 2. While arranging the 1st heater 3 of the above in the surroundings of pars-basilaris-ossis-occipitalis 2a of crucible 2, it is arranging the 2nd heater in the surroundings of point 2b of crucible 2. Moreover, the thermocouples 8 and 9 for temperature detection are attached in pars-basilaris-ossis-occipitalis 2a of the above-mentioned crucible 2, and point 2b.

[0035] Moreover, the opening 16 of the above-mentioned source cel of molecular beam 1B itself is formed in point 5a by the side of the substrate 6 of a body 5. While the upper part 17 of this point 5a extends for a long time toward a substrate 6 rather than point 2b of crucible 2, the lower part 18 of point 5a is prolonged for a long time a little toward the substrate 6 rather than point 2b of crucible 2. Moreover, the flat surface 15 including the tips 19 and 20 of the upper part 17 of the above-mentioned point 5a and the lower part 18, i.e., an effective area, is horizontally suitable. But this effective area 15 may turn [twist / horizontal] to the bottom. In addition, the source cels 1A and 1C of a molecular beam of other configurations shown in drawing 1 although only the above-mentioned source cel of molecular beam 1B was explained to the detail based on drawing 2 are the same although the include angle of crookedness of a body and crucible and the sense of an effective area differ from the source cel B of a molecular beam. As for the sense of effective areas 65, 15, and 75, all of the source cels 1A, 1B, and 1C

of a molecular beam have become a horizontal direction or downward.

[0036] In the source cels 1A, 1B, and 1C of a molecular beam of the above-mentioned configuration, while evaporating the molecular-beam ingredient 7 and generating a molecular beam at the 1st heater 3 at the time of crystal growth, by controlling the amount of the molecular beam at the 2nd heater 4, a molecular beam is turned to a substrate 6, outgoing radiation is carried out from point 5a, and a crystal is grown up on a substrate 6. If liquid nitrogen is removed from the above-mentioned shroud 12 at this time, although the affix which is an impurity attached to the shroud 12 grade exfoliates and falls, since crucible 2 is crooked so that it may see from point 5a and the molecular-beam ingredient 7 may not appear, the affix which enters through the opening 16 of point 5a cannot adhere to molecular-beam ingredients 7 other than substrate 6 held in pars-basilaris-ossis-occipitalis 2a of crucible 2 easily.

Therefore, contamination of the above-mentioned molecular-beam ingredient 7 can be prevented.

[0037] Moreover, since crucible 2 is crooked so that it may see from point 5a and the molecular-beam ingredient 7 may not appear even if the above-mentioned point 5a leans, pars-basilaris-ossis-occipitalis 2a which holds the molecular-beam ingredient 7 does not incline. Therefore, the fill of the molecular-beam ingredient 7 in the above-mentioned crucible 2 can be increased. Specifically, 60 cc or more of molecular-beam ingredients 7 can be paid by the crucible 2 shown in drawing 2 to the fill of the molecular-beam ingredient 46 of the conventional containers 45A, 45B, and 45C shown in drawing 6 having been about ten cc.

[0038] Moreover, since the effective areas 65, 15, and 75 of the above-mentioned source cels 1A and 1B of a molecular beam and 1C itself have turned [twist / the horizontal direction or / horizontal] to the bottom, it Even if the affix which is an impurity attached to the shroud 12 grade exfoliates and falls at the time of crystal growth, the affix does not enter in the source cels 1A and 1B of a molecular beam, and 1C, and an affix does not enter into the crucible 2 in the source cels 1A and 1B of a molecular beam, and 1C. Therefore, the affix which is an impurity does not adhere to the molecular-beam ingredient 7 in the above-mentioned crucible 2, and contamination of the molecular-beam ingredient 7 can be prevented more certainly. Moreover, since the affix of a shroud 12 does not advance into the above-mentioned source cels 1A and 1B of a molecular beam, and 1C, the trouble of the poor insulation generated when the affix enters into the 1st and 2nd heater 3 and 4, the lead wire of thermocouples 8 and 9, etc. can be prevented.

[0039] Moreover, since it has the 1st heater 3 which evaporates the above-mentioned molecular-beam ingredient 7, and the 2nd heater 4 which controls the amount of the molecular beam generated from the above-mentioned molecular-beam ingredient 7, it is not based on the configuration of the molecular-beam ingredient 7, but the amount of a molecular beam can be controlled with sufficient repeatability. Since it is not necessary to limit the configuration of the molecular-beam ingredient 7 at this time, the configuration of the crucible 2 which holds that molecular-beam ingredient 7 can be set up freely. That is, the degree of freedom of the configuration of crucible 2 improves.

[0040] Moreover, the count which replaces the molecular-beam crystal material 7 with the MBE equipment 13 which carries such source cels 1A, 1B, and 1C of a molecular beam compared with the former decreases or less to 1/6, and the count of the maintenance accompanying the supplement is also reduced. Therefore, since the count of the maintenance which spends considerable time amount decreases, the operating ratio of MBE equipment 13 improves, and productivity improves. Therefore, the manufacturing cost of the semi-conductor thin film by this MBE equipment 13 can be reduced. Specifically compared with the former, a manufacturing cost can be reduced or less to 1/4.

[0041] Moreover, with the above-mentioned MBE equipment 13, crystal growth is not performed by the polluted molecular beam by the ability preventing contamination of the molecular-beam ingredient 7 in the source cels 1A, 1B, and 1C of a molecular beam. Therefore, since the thin film of good membranous quality is formed, the yield can be improved.

[0042] Moreover, by having the 1st heater 3 which evaporates the molecular-beam ingredient 7, and the 2nd heater 4 which controls the amount of the molecular beam generated from the molecular-beam ingredient 7, the instability of the amount of molecular beams by reduction of the molecular-beam ingredient 7 etc. is canceled, and the amount of the molecular beam generated from the molecular-beam

ingredient 7 can be controlled with sufficient repeatability by the above-mentioned MBE equipment 13. Therefore, the repeatability of crystal growth can improve and the yield can be improved more. Specifically compared with the former, the yield improved about 30%.

[0043] Moreover, with the above-mentioned MBE equipment 13, since the source cels 1A, 1B, and 1C of a molecular beam can be attached in the horizontal side face of the vacuum chamber 10, the degree of freedom of the layout of the source cels 1A, 1B, and 1C of a molecular beam is improving. Moreover, since it does not work in the narrow space of the MBE equipment 13 bottom at the time of restoration of the above-mentioned molecular-beam ingredient 7, workability is good.

[0044] Moreover, although he was trying for the effective area 15 of the source cel of molecular beam 1B itself to include the tips 19 and 20 of point 5a of a body 5, you may make it include the tip of point 2b of crucible 2 with the above-mentioned operation gestalt. That is, opening of the source cel of a molecular beam itself may be formed in a body, and may be formed in crucible. Moreover, you may make it the effective area of source cel of molecular beam 1A and 1C itself include the tip of the point of crucible also about the source cels 1A and 1C of a molecular beam.

[0045] Moreover, although the horizontal direction or the horizontal twist had also turned to the bottom, it is more desirable for the effective areas 65, 15, and 75 of the source cels 1A and 1B of a molecular beam and 1C itself to have turned [twist / horizontal] to the bottom with the above-mentioned operation gestalt.

[0046] Moreover, with the above-mentioned operation gestalt, although bodies 5 were crucible 2 and another object, crucible and one are sufficient as a body.

[0047] (The 2nd operation gestalt) Drawing 3 is the outline sectional view of the MBE equipment as molecular-beam crystal growth equipment of the 2nd operation gestalt of this invention. As shown in drawing 3, this MBE equipment 33 is equipped with the vacuum chamber 30 which received horizontally and was installed in parallel, the source cels 21A, 21B, and 21C of a molecular beam arranged at the drawing Nakamigi side of this vacuum chamber 30, and the substrate holder 31 held in the vacuum chamber 30 so that these sources 21A, 21B, and 21C of a molecular beam might be countered. Moreover, the shroud 32 is attached in the wall of the above-mentioned vacuum chamber 30.

[0048] The crucible 22 as a container crooked so that the molecular-beam ingredient 27 which looked at the above-mentioned source cel of molecular beam 21A from point 25a as opening which turns and carries out outgoing radiation of the molecular beam to a substrate 26 as shown in drawing 4, and was held in pars-basilaris-ossis-occipitalis 22a might not appear, It has the 1st and 2nd heater 23 and 24 arranged between the body 25 of the crooked shape of a cylinder like object with base which holds this crucible 22, and this body 25 and crucible 22. While arranging the 1st heater 23 of the above in the surroundings of pars-basilaris-ossis-occipitalis 22a of crucible 22, it is arranging the 2nd heater 24 in the surroundings of point 22b of crucible 22. Moreover, the thermocouples 28 and 29 for temperature detection are attached in pars-basilaris-ossis-occipitalis 22a of the above-mentioned crucible 22, and point 22b.

[0049] Moreover, the opening 36 of the above-mentioned source cel of molecular beam 21A itself is formed in point 25a by the side of the substrate 26 of a body 25. The upper part 37 and the lower part 38 of this point 25a are prolonged for a long time a little toward the substrate 26 rather than point 22b of crucible 22. Moreover, the flat surface 35 including the tips 39 and 40 of the upper part 37 of the above-mentioned point 25a and the lower part 38, i.e., an effective area, has turned [twist / horizontal] to the bottom. But this effective area 35 may be horizontally suitable. In addition, the source cels 21B and 21C of a molecular beam of other configurations shown in drawing 3 although only the above-mentioned source cel of molecular beam 21A was explained to the detail based on drawing 4 are the same although the include angle of crookedness of a body and crucible and the sense of an effective area differ from source cel of molecular beam 21A. As for the sense of effective areas 35, 85, and 95, all of the source cels 21A, 21B, and 21C of a molecular beam have become a horizontal direction or downward.

[0050] MBE equipment 33 equipped with the source cels 21A, 21B, and 21C of a molecular beam and each of the above-mentioned configuration has the same effectiveness as the source cel of a molecular beam of the 1st operation gestalt, and MBE equipment.

[0051] Moreover, it sees from point 25a which carries out outgoing radiation of the molecular beam, and since crucible 22 is crooked at the abbreviation right angle so that the molecular-beam ingredient 27 held in pars-basilaris-ossis-occipitalis 22a may not appear, even if impurities, such as an affix of a shroud 32, have advanced into crucible 22 from the opening 36 of point 25a, the impurity cannot adhere to the molecular-beam ingredient 27 of pars-basilaris-ossis-occipitalis 22a very easily. Therefore, contamination of the molecular-beam ingredient 27 in the above-mentioned crucible 22 can be prevented very certainly.

[0052] Moreover, although he was trying for the effective area 35 of the source cel of molecular beam 21A itself to include the tips 39 and 40 of point 25a of a body 25, you may make it include the tip of point 22b of crucible 22 with the above-mentioned operation gestalt. That is, opening of the source cel of a molecular beam itself may be formed in a body, and may be formed in crucible. Moreover, you may make it the effective area of source cel of molecular beam 21B and 21C itself include the tip of the point of crucible also about the source cels 21B and 21C of a molecular beam.

[0053] Moreover, although the horizontal direction or the horizontal twist had also turned to the bottom, it is more desirable for the effective areas 35, 85, and 95 of the source cels 21A and 21B of a molecular beam and 21C itself to have turned [twist / horizontal] to the bottom with the above-mentioned operation gestalt.

[0054] Moreover, with the above-mentioned operation gestalt, although bodies 25 were crucible 22 and another object, crucible and one are sufficient as a body.

[0055] As mentioned above, since it is crooked so that, and the molecular-beam ingredient with which the source of a molecular beam of this invention was equipped with the crucible which has inlet-port opening, this crucible looked at it from said inlet-port opening, and the interior was filled up may not appear, the impurity containing inlet-port opening cannot adhere to the molecular-beam ingredient with which the interior of crucible was filled up easily. Therefore, the above-mentioned impurity can prevent polluting a molecular-beam ingredient.

[0056] Since crucible is crooked so that it may see from inlet-port opening and a molecular-beam ingredient may not appear even if the above-mentioned inlet-port opening inclines, the pars basilaris ossis occipitalis which holds a molecular-beam ingredient cannot incline, but the source cel of a molecular beam of 1 operation gestalt can increase the fill of the molecular-beam ingredient in crucible.

[0057] Since the effective area of inlet-port opening of the source cel of a molecular beam itself has turned [twist / the horizontal direction or / horizontal] to the bottom, the impurity which falls from the upper part does not enter in the source cel of a molecular beam, and, as for the source cel of a molecular beam of 1 operation gestalt, contamination of a molecular-beam ingredient can be prevented more certainly.

[0058] Since the source cel of a molecular beam of 1 operation gestalt controls the amount of the molecular beam generated from a molecular-beam ingredient by the 2nd heater while evaporating a molecular-beam ingredient at the 1st heater, it is not based on the configuration of a molecular-beam ingredient, but can control the amount of a molecular beam with sufficient repeatability. Moreover, since it is not based on the configuration of the above-mentioned molecular-beam ingredient at this time, the degree of freedom of the configuration of a container of holding a molecular-beam ingredient improves.

[0059] Since the molecular-beam crystal growth equipment of 1 operation gestalt can increase the fill of a molecular-beam ingredient by having the above-mentioned source cel of a molecular beam, it can lessen the count of the maintenance accompanying a supplement of a molecular-beam ingredient, can improve the operating ratio of equipment, and can improve productivity. Therefore, the manufacturing cost of the semi-conductor thin film manufactured with molecular-beam crystal growth equipment can be reduced.

[0060] Since the molecular-beam crystal growth equipment of 1 operation gestalt can prevent contamination of a molecular-beam ingredient by having the above-mentioned source cel of a molecular beam, crystal growth is not performed by the polluted molecular beam, but it can form the thin film of good membranous quality. Therefore, the yield can be improved.

[0061] Since the molecular-beam crystal growth equipment of 1 operation gestalt can control the amount of the molecular beam generated from a molecular-beam ingredient by having the above-mentioned source cel of a molecular beam with sufficient repeatability, it can improve the repeatability of crystal growth. Consequently, the yield can be improved more.

[0062] (4) Some operation gestalten are shown still more concretely hereafter.

(The 3rd operation gestalt) Drawing 5 is the configuration explanatory view of the 3rd operation gestalt of the source of a molecular beam concerning this invention. In drawing 5, the source cel 101 of a molecular beam of the 3rd operation gestalt (it is equivalent to the source of a molecular beam of this invention) was equipped with the crucible 102 filled up with the molecular-beam ingredient 106 (for example, gallium), the heater 103, the thermocouple 104, and the reflecting plate 105, and equips the outer wall of the container (a vacuum housing is called hereafter) 110 holding the vacuum of crucible 102 perimeter with the water cooled jacket 107. Crucible 102 consists of PBN (pyrolysis boron nitride) as an example, the configuration of the whole crucible is a L character configuration where the cylinder prolonged upwards as an example as shown in drawing was horizontally bent by the middle (at 90 degrees), and the closure of one side (below) is carried out.

[0063] The ingredient packing fraction 108 which fills up with the molecular-beam ingredient 106 the part besides prolonged to a way is constituted, opening is carried out to a part for the horizontal level of another side, and the molecular-beam configuration decision part 109 (between the inlet-port opening 111 and the ingredient packing fractions 108) which determines the configuration of a molecular beam is constituted.

[0064] a heater 103 -- the ingredient packing fraction 108 and the molecular-beam configuration decision part 109 -- almost -- the whole -- a wrap -- it is spirally arranged like. And spacing of a heater 103 is arranged so that the direction of the molecular-beam configuration decision part 109 may become dense as compared with the ingredient packing fraction 108. The heater of each part is connected to the serial by one line, and the direction of the molecular-beam configuration decision part 109 becomes an elevated temperature by passing a current as compared with the ingredient packing fraction 108.

[0065] Drawing 6 is the outline configuration explanatory view of the MBE equipment (molecular-beam-epitaxy equipment) 201 which used the source cel 101 of a molecular beam of the 3rd operation gestalt. In drawing 6, MBE equipment 201 is equipped with the source cel 202 of a molecular beam, the substrate holder 203 equipped with substrate rotation / heating device, and a shroud 204, and the inlet-port opening 205 of the crucible of the source cel 202 of a molecular beam turns to the core of the substrate holder 203, and to the direction of a normal of the substrate holder 203, the molecular beam is set up so that incidence may be carried out at the include angle of 25 degrees as an example. Moreover, in the 3rd operation gestalt, it inclines and the source cel 202 of a molecular beam of MBE equipment 201 is installed so that the revolving shaft of the substrate holder 203 may become level.

[0066] Although the inlet-port opening 205 of the crucible of the source cel 202 of a molecular beam attached in the cel port in which it is located most up is downward, 100 cc or more of melting molecular-beam ingredients can be filled up with such a configuration into the source cel 202 of a molecular beam.

[0067] The fill at the time of on the other hand using the crucible of structure conventionally which is shown in drawing 12 is about one cc, and the fill of the source cel 202 of a molecular beam of the 3rd operation gestalt can become about 100 times, can extend an ingredient restoration period to 50 or more times, and can reduce product cost or less to 1/2. Moreover, when the conventional structure of drawing 12 is used, an ingredient is consumed, an oil level follows on falling, and evaporation area becomes small. Therefore, when heater temperature is fixed, flux reinforcement falls, and in order to obtain fixed flux reinforcement, it is always necessary to amend heater temperature. Usually, this flux amendment needs to carry out, after performing growth several times. Since evaporation area does not change even if it consumes an ingredient and an oil level falls when the source cel 202 of a molecular beam of the 3rd operation gestalt is used, heater temperature is fixed and flux reinforcement is almost fixed. Therefore, it can become possible to lengthen spacing which carries out flux amendment, and the operating ratio of equipment can be raised.

[0068] Moreover, since the inlet-port opening 205 of the crucible of the source cel 202 of a molecular beam has turned to the level twist lower part, even if the affix of a shroud 201 falls, it cannot fall in the source cel 202 of a molecular beam, and the fall of the dependability of the cel by the heater 103 and the poor insulation of a thermocouple 104 can be prevented. Moreover, when an affix enters in crucible at the time of membrane formation, aggravation of the membranous quality of a semi-conductor thin film can be prevented.

[0069] With the 3rd operation gestalt, although it is arranged so that the whole may be covered mostly, when there is a part of crucible 102 which does not install a heater 103 in crucible 102, since temperature falls, a heater 103 will adhere and deposit the part, without the ability re-evaporating a molecular-beam ingredient. Therefore, the thing of crucible 102 for which a heater 103 is arranged so that the whole may be covered mostly is desirable.

[0070] Moreover, since the source of a molecular beam of this invention serves as arrangement with which most of elevated-temperature parts, such as a heater 103, are not covered by the shroud 204 of equipment, the port part of equipment and the vacuum housing part of the source of a molecular beam tend to become an elevated temperature. Since a degree of vacuum will be affected if a vacuum housing becomes an elevated temperature, it is desirable to install a water cooled jacket 107 like the 3rd operation gestalt, and to make it the temperature of the port part of equipment or the vacuum housing part of the source of a molecular beam not go up. With the gestalt of this operation, although the water cooled jacket 107 was formed in the outside of a vacuum housing, also when a water-cooled device is prepared in the outside of the heater in a vacuum housing, the same effectiveness is acquired. Although the angle which the molecular-beam configuration decision part 109 of crucible 102 and the ingredient packing fraction 108 make was set as 90 degrees as an example with the 3rd operation gestalt, the same effectiveness is acquired in 30 to 150 degrees.

[0071] (The 4th operation gestalt) Drawing 7 is an outline configuration explanatory view at the time of attaching the source cel of a molecular beam of the same configuration as the source cel 101 of a molecular beam of the 3rd operation gestalt in another MBE equipment 301. In drawing 7, MBE equipment 301 is equipped with the source cel 302 of a molecular beam, the substrate holder 303 equipped with substrate rotation / heating device, and a shroud 304, opening of crucible 302 turns to the core of the substrate holder 303, and the molecular beam is set up so that incidence may be carried out at the include angle of 25 degrees as an example to the direction of a normal of the substrate holder 303. Moreover, it inclines and MBE equipment 301 is installed so that the revolving shaft of the substrate holder 303 may make a 65-degree angle from a vertical.

[0072] The source cel 302 of a molecular beam is attached in the level port of MBE equipment 301, and according to this configuration, it can be filled up with 250 cc or more of melting molecule ingredients. In addition, when the crucible of the conventional type shown in drawing 12 is used, a fill is 20 cc, since the fill of the source cel 302 of a molecular beam of the 4th operation gestalt becomes about 10 times as compared with this, an ingredient restoration period can be extended to 5 or more times, and product cost can be reduced or less to 2/3.

[0073] Moreover, when the conventional crucible shown in drawing 12 is used, since [to which an ingredient is consumed and an oil level falls] it is alike, therefore evaporation area becomes small, when heater temperature is fixed, flux reinforcement falls. Therefore, in order to obtain fixed flux reinforcement, it is always necessary to amend heater temperature. Usually, this flux amendment needs to carry out, after performing several growth. Since evaporation area does not change even if it consumes an ingredient and an oil level falls when the source cel 302 of a molecular beam of the 4th operation gestalt is used, heater temperature is fixed and flux reinforcement is almost fixed. Therefore, it can become possible to lengthen spacing which carries out flux amendment, and the operating ratio of equipment can be raised.

[0074] Moreover, since the configuration of a molecular beam changes with the fills of an ingredient when the conventional crucible shown in drawing 12 is used, there is a fault from which thickness distribution in substrate holder 303 location changes. Although it was set as 90 degrees with the 4th operation gestalt by making into an example the angle which the molecular-beam configuration decision

part 109 of crucible 102 and the ingredient packing fraction 108 make, the same effectiveness will be acquired if it is the range of 30 to 150 degrees.

[0075] (The 5th operation gestalt) Drawing 8 is the configuration explanatory view showing the source cel 401 of a molecular beam of the 5th operation gestalt. In drawing 8, the source cel 401 of a molecular beam of the 5th operation gestalt comes to have the crucible 402 filled up with a molecular-beam ingredient, a heater 403 (equivalent to one heater part of this invention), a heater 404 (equivalent to the heater part of another side of this invention), a thermocouple 405, a thermocouple 406, and a reflecting plate 407. Crucible 402 consists of PBN as an example, and the configuration of the whole crucible is a configuration where the cylinder was bent at 135 degrees on the way as an example. And one side of crucible is the ingredient packing fraction 410 with which the closure is carried out and this part fills up the molecular-beam ingredient 408. Opening of another side of this crucible is carried out, and it constitutes the molecular-beam configuration decision part 411 which determines the configuration of a molecular beam.

[0076] two heaters 403 and 404 -- each of crucible 402 -- the molecular-beam configuration decision part 411 and the ingredient packing fraction 410 -- a wrap -- it arranges like -- having -- two heaters -- crucible 402 -- the whole is covered mostly. Moreover, two thermocouples 405 and 406 are arranged so that the temperature of the molecular-beam configuration decision part 411 and the ingredient packing fraction 410 may be measured, respectively. Therefore, it is possible to carry out independently temperature control of the molecular-beam configuration decision part 411 and the ingredient packing fraction 410.

[0077] Drawing 9 is the outline configuration explanatory view of the MBE equipment 501 which used the molecular-beam cel of the 5th operation gestalt. In drawing 9, MBE equipment 501 is equipped with the source cel 502 of a molecular beam, the substrate holder 503 equipped with substrate rotation / heating device, and a shroud 504, inlet-port opening of the crucible of the source cel 502 of a molecular beam turns to the core of the substrate holder 503, and the molecular beam is set up so that incidence may be carried out at the include angle of 25 degrees as an example to the direction of a normal of the substrate holder 503. Moreover, it inclines and MBE equipment 501 is installed so that the revolving shaft of the substrate holder 503 may become level.

[0078] When the source cel of a molecular beam of the 5th operation gestalt is used, 300 cc or more of melting molecular-beam ingredients can be filled up with such a configuration. Although the crucible of the conventional conical configuration is shown in drawing 10 for a comparison, a fill is 20 cc, and since the fill of the source cel of a molecular beam of the gestalt of this operation becomes about 15 times and can extend an ingredient restoration period to 5 or more times, product cost can reduce it or less to 2/3. Moreover, evaporation area becomes small as an ingredient is consumed and an oil level falls, when the crucible shown in drawing 10 is used. Therefore, when heater temperature is fixed, flux reinforcement falls. Therefore, in order to obtain fixed flux reinforcement, it is always necessary to amend heater temperature. Usually, after this flux amendment performs several growth, it is necessary to perform it. Since evaporation area does not change even if it consumes an ingredient and an oil level falls when the source cel of a molecular beam of the gestalt of this operation is used, heater temperature of regularity is [flux reinforcement] almost fixed. Therefore, it becomes possible to lengthen spacing which carries out flux amendment, and the operating ratio of equipment can be improved.

[0079] Moreover, although the conventional cylindrical shape-like crucible is shown in drawing 11 for a comparison, a fill is about 50 cc, the fill of the source cel of a molecular beam of the gestalt of this operation becomes about 4 times, and an ingredient restoration period can extend it more than twice. Therefore, product cost can be reduced or less to 3/4. Moreover, since evaporation area does not change even if it consumes an ingredient and an oil level falls when the crucible shown in drawing 11 is used, if heater temperature is fixed, flux reinforcement is almost fixed and does not need to perform flux amendment frequently. However, when the crucible shown in drawing 11 is used, since [to which an ingredient is consumed and an oil level falls] it is alike, therefore the configuration of a molecular beam becomes sharp, there is a fault to which thickness distribution in substrate holder 503 location worsens.

[0080] With the gestalt of this operation, although it arranges so that the whole may be covered mostly,

when there is a part of crucible 402 which does not install a heater in crucible 402 at heaters 403 and 404, since temperature falls, the part will be adhered and deposited, without the ability re-evaporating a molecular-beam ingredient. Therefore, the thing of crucible 402 for which a heater is arranged so that the whole may be covered mostly is desirable. Moreover, since the source of a molecular beam of this invention serves as arrangement with which most of elevated-temperature parts, such as heaters 403 and 404, are not covered by the shroud 504 of equipment, the port part of equipment and the vacuum housing part of the source of a molecular beam tend to become an elevated temperature. Since a degree of vacuum will be affected if a vacuum housing becomes an elevated temperature, it is desirable to install a water cooled jacket 409 like the gestalt of this operation, and to make it the temperature of the port part of equipment or the vacuum housing part of the source of a molecular beam not go up. With the gestalt of this operation, although the water cooled jacket 409 was formed in the vacuous outside, also when a water-cooled device is prepared in the outside of the heater within a vacuum, the same effectiveness is acquired.

[0081] Although it was set as 135 degrees with the gestalt of this operation by making into an example the angle which the molecular-beam configuration decision part 411 of crucible 402 and the ingredient packing fraction 410 make, the same effectiveness is acquired in 30 to 150 degrees.

[0082]

[Effect of the Invention] According to the source of a molecular beam of this invention a ***** passage, it can prevent that the configuration of the whole crucible pollutes the molecular-beam ingredient with which the impurity containing opening was held in the pars basilaris ossis occipitalis of crucible since it is crooked so that the molecular-beam ingredient with which the pars basilaris ossis occipitalis was filled up may not appear from inlet-port opening of crucible from the above explanation. Furthermore, it is characterized by the configuration of an ingredient packing fraction making evaporation surface area of an ingredient the abbreviation homogeneity which does not change with the amounts of an ingredient on a configuration, and even if it makes crucible incline, while being able to secure the fill of a molecular-beam ingredient enough and being able to reduce the count of amendment of heater temperature by it, uniform molecular-beam reinforcement can be obtained.

[Translation done.]